

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

PCT/ SE 00 / 0 0 0 4 3

REC'D 08 MAR 2000

IPD PCT

09/889171

Intyg
Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.

- (71) Sökande ABB AB, Västerås SE
Applicant (s)
- (21) Patentansökningsnummer 9900123-2
Patent application number
- (86) Ingivningsdatum 1999-01-15
Date of filing

Stockholm, 2000-03-02

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

A. Södervall
Anita Södervall

Avgift
Fee

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

#4
PRIORITY
PAPER
ASW
DEC. 11, 2001

Ink. t. Patent- och reg.verket

KN3-19422 SE

1999 -01- 15

1999-01-15

Huvudföran Kassen

Metod för robot

5

TEKNISKT OMRÅDE

10 Föreliggande uppfinning hänför sig till en metod för, en anordning för och användning av lägesmätning vid synkronisering av en robot enligt den i ingressen till patentkrav 1 beskrivna typen.

TEKNIKENS STÄNDPUNKT

15 En industrirobot ska under drift uppfylla höga krav på precision och noggrannhet. Industriroboten utför bestämda reproducerbara rörelser över ett programstyrt, medelst elektriska motorer drivet länksystem. Storleken av de enskilda drivgruppernas rörelse styrs och övervakas över ett elektriskt vägmätssystem. Drivsystemets och vägmätssystemets nollställningar måste överensstämma och på nytt påträffas vid avvikelser. En industrirobot har därmed behov av en anordning för exakt och upprepbar inställning av robotens motordrivna

20 länksystem. Det är nödvändigt att kalibrera en robot för att kunna uppfylla ovannämnda krav på precision och noggrannhet och efter driftsuppehåll och service är det nödvändigt att synkronisera roboten för att den ska klara ovannämnda krav.

25 Kalibrera avser här att initiera en robots konfiguration vid igångsättning. Syftet är att finna robotens exakta konfiguration (0-läge / kalibreringsläge) vid tiden för kraftpåslag och initiera den kontrollerande delen av styrsystemet i enlighet därmed.

Synkronisering avser här kontroll eller inställning av roboten mot 0-läget / kalibreringsläget efter serviceuppehåll (tex motorbyte), driftsstopp, sammanstötning och dylikt.

30

Industrirobotar arbetande med hög noggrannhet är utrustade med servostyrda motorer. För att kontrollera en motor måste en sensor mäta det exakta läget av motoraxelns vinkelläge i realtid. I servomotorer används lägesinformation tillsammans med vinkelhastighet i ett återföringssystem för att nollställa skillnader mellan förbestämt och aktuellt läge.

1999-01-15

2

Huvudfaxen Kassar

Lägesinformationen kan inte användas för att kontrollera roboten om inte mätningarna speglar robotens verkliga position. Målet för kalibrering är därför att initiera mätningarna till dess "sanna/verkliga" värden.

- 5 Vid arbete med industrirobotar uppkommer därmed behovet av en metod för lägesmätning att användas vid kalibrering och synkronisering av en robot.

- Den amerikanska patentskriften US,A, 4 419 831 anger en anordning vilken möjliggör en kalibrering av ett länksystem, vilken kan bringas att noggrant överensstämma med kalibreringen av ett elektriskt vägmätsystem också efter utbyte av driv- respektive vägmätsystemdelar. I en rörlig av två sammanhörande länkdelen är en fördjupning eller förhöjning anordnad och i en tillhörande andra länkdelen är en styrning för ett finmätande avkänningsinstrument inställbart och fixerbart anordnat, vilket instruments kännarelement indikerar kalibreringsläget / 0-läget vid relativrörelse av de båda länkdelen genom bestämning av fördjupningens eller förhöjningens minimum respektive maximum. Syftet med mätmetoden är att få möjlighet att efter utbyte av mätsystem eller manipulator använda samma program.

- Serviceuppehåll och andra driftsstopp betyder störning av produktionslinjer och utebliven produktion, vilket medför stora oönskade kostnader. Det är därför av största vikt att tiden för driftsstopp minimeras. Eftersom roboten måste kalibreras / synkroniseras efter varje stillestånd är det viktigt att detta går snabbt. Det är samtidigt av största vikt att metoden är enkel, noggrann och har god repeterbarhet. Därmed uppstår behovet av en noggrann, enkel och snabb metod för lägesmätning.
- 25 Detta behov kan inte metoden i den amerikanska patentskriften uppfylla.

REDOGÖRELSE FÖR UPPFINNINGEN

- 30 Ett robotsystem innefattar flera delsystem bland annat manipulator och styrsystem. Manipulatorn definieras som de länkar, leder, transmissioner och drivdon som ingår i den mekaniska armen. Styrsystemet genererar rörelser hos manipulatorn genom servostyrning av de enskilda drivdonen samt definierade rörelser genom en styr- och interpoleringsmodell av

1999-01-15

3

Huvudföreläsaren Kossan

manipulatorns fysiska uppbyggnad. I det följande avser bestämmningen "robot" ett robotsystem innefattande bland annat manipulator och styrsystem definierade enligt ovan.

Vid tillverkning förses roboten med ett datorprogram vilket innehåller lagrade koordinater
5 vilka motsvarar förprogrammerade punkter i rymden. Roboten utformas så att en operatör på ett tangentbord kan trycka på en tangent varvid signaler går till robotens olika delar och styr dem att leta upp de på förhand bestämda lägena och ställa in sig därefter. Man kan beskriva det med att roboten konfigureras till 0-läge / kalibreringsläge.

Roboten konfigureras till kalibreringsläge enligt ovan. Därefter kalibreras roboten med tex en
10 extern metod, vilket ger kalibreringsvärden för respektive rotationsaxel, vilka utgör referensvärden som matas in i styrsystemet och sparas.

För att uppfylla ovannämnda krav på en noggrann lägesmätning av roboten är en första robotdel försedd med ett fysiskt mål. En vid den första robotdelen rörligt fästad andra robotdel
15 innefattar en sensor. Rörelsen mellan robotdelarna är translatorisk eller roterande. Med hjälp av sensorn detekteras målets läge vilket ger offsetvinkeln α .

En installerad robot har därmed ett kalibreringsvärde och en offsetvinkel α sparade för respektive rotationsaxel. Roboten kan startas och köras tills den av någon anledning stoppas /
20 stannar. När nödvändiga åtgärder har vidtagits och det är dags att starta roboten igen, måste robotens synkroniseringsläge kontrolleras. Detta innebär att kalibreringsprogrammet körs, roboten ställer in sig i 0-läge / kalibreringsläge och målets läge mäts för respektive axel, en vinkel α beräknas och jämförs med den sparade offsetvinkeln α .

25 Differensen d mellan uppmätta vinkeln α och offsetvinkeln α beräknas och presenteras som offset av TCP (Tool Centre Point). Den beräknade differensen d visas på en programmeringslådas skärmbild. Värdet på d visas grafiskt på displayen och jämförs med ett förbestämt gränsvärde. Att värdet på differensen d ligger under gränsvärdet betyder att roboten är klar att tas i drift. Om däremot värdet på differensen d överstiger gränsvärdet
30 innebär det att robotens konfiguration inte längre överensstämmer med de sparade kalibreringsvärdena. I det läget måste man börja om genom att konfigurera och kalibrera roboten med tex en extern metod för att få nya kalibreringsvärden för 0-läget. Därefter fortsätter man med att uppmäta ny offsetvinkel α och vidare enligt ovan.

1999-01-15

4

Huvudföreläsningen

Syftet med föreliggande uppfinning är således att åstadkomma en metod med vilken man snabbt, enkelt och med hög noggrannhet kan synkronisera en robot.

5 Lösningen enligt uppfinningen är att anordna ett fysiskt mål på den rörliga delen av roboten vid respektive robotaxlar och vid förflyttning av den rörliga delen fram och tillbaka, med en givare avläsa åtminstone två med rörelsen åtskilda distinkta lägen hos målet, beräkna mittläget / medelvärdet och införa värdet i styrsystemet.

Bestämningen robotaxel avser robotens rörelseaxlar för endera rotations- eller translationsrörelser

10

I den anförda amerikanska patentskriften utformas målet som endera en V-formad fördjupning eller förhöjning och givaren mäter motsvarande minimum- och maximum punkter. Utformningen av målet till en spets medför vissa nackdelar. En spets är lätt att skada. Beröringsgivaren samt hantering av axlar i övrigt ger ett slitage på spetsen vilket inverkar
15 menligt på noggrannheten. Vidare anges inte möjligheten att lägesmäta ett mål vid translatorisk rörelse.

Att med beröringsgivare mäta läget för en spets är mätningstekniskt svårt. En spets har två flanker och med en beröringsgivare uppstår glidproblem utefter ena flanken oavsett om det är en förhöjning eller fördjupning. En beröringsgivare, som läser av läget för spetsen av ett
20 spetsigt mål vilket passerar givaren fram och tillbaka, visar ett värde med inbyggda mätfel på grund av svårigheten att dels följa spetsens yta och dels att avgöra exakt var spetsen befinner sig. En trubbigare spets minskar glidproblemet men ger inte ett lika tydligt spetsläge att känna av.

Att med en beröringsfri givare mäta läget för en spets kräver en dyr och komplicerad givare
25 för att få tillförlitliga mätresultat. Dessutom ställs det stora krav på precisionen i utformningen av spetsen, vilket medför extra kostnader. Givaren bör dessutom ha ett jämförelsevis större avläsningsfält, för att kunna avläsa en spets. Givaren kräver således utrymme i en redan mycket trång och kompakt konstruktion.

30 För att minimera ovannämnda nackdelar är föreliggande uppfinning anordnad med mål utformade med två eller flera distinkt detekterbara förändringar. I det nedan beskrivna utföringsexemplet är målet utformat som ett fräst spår. Ett fräst spår är uppbyggt av åtminstone två språngvisa nivåskillnader i form av klackdelar.

1999 -01- 15

5

Huvudföreläggelsen

Att med en beröringsfri givare mäta läget för en klackdel är mätningstekniskt lätt. Klackdelar har språngvisa och två nivåförändringar vilka är lätta att registrera med förhållandevis enkla och billiga givare. Även med en beröringsgivare är det lätt att mäta läget för en klackdel, vilket ger en momentan nivåförändring.

- 5 När läget för ett spår ska avläses och spårets klackdelar passerar fram och tillbaka framför givaren avläser givaren läget för två motstående klackdelar vid varje passage. I ena mätläget sker nivåförändringen uppåt och i andra mätläget sker nivåförändringen nedåt. Ur mätteknisk synvinkel finns det mätfel inbyggda i varje mätutrustning. Genom att i enlighet med uppfinningen avläsa två lägen och beräkna ett mittläge minskar mätfelet och
- 10 mätnoggrannheten ökar. Spåret anordnas så att dess väggar utbreder sig i en riktning vinkelrät mot rörelseriktningen både vid translations- och rotationsrörelse. Mätnoggrannheten sjunker om riktningen på spårets väggar inte bildar rät vinkel med rörelseriktningen.

- Att i enlighet med uppfinningen utforma målet som ett fräst spår är dessutom enklare,
- 15 billigare och ställer inte samma krav på precision jämfört med det spetsiga målet i den amerikanska patentskriften. Ett fräst spår står emot slitage på en mycket tillfredsställande sätt. En annan praktisk fördel är att spåren hos respektive axlar inte behöver vara identiska.

20 **FIGURBESKRIVNING**

Uppfinningen kommer att förklaras närmare genom beskrivning av ett utföringsexempel under hänvisning till bifogade ritning, där

- 25 fig 1 visar en industrirobot innefattande ett styrsystem,

fig 2 visar ett mål i form av ett spår med två distinkta begränsningar samt en givare,

fig 3 visar ett mål i form av en upphöjning med två distinkta begränsningar samt en givare,

30

fig 4 visar en grafisk återgivning av de uppmätta vinklarna (α) och ($\delta\alpha$) i förhållande till 0-läget / kalibreringsläget.

1999-01-15

6

Huvudföresen Kassan

BESKRIVNING AV UTFÖRINGSEXEMPEL

En industrirobot 1 är utrustad med ett styrsystem 2 (fig 1). Den rörliga delen 3 av roboten 1 är på respektive robotaxel försedd med ett fysiskt mål 4 och på motsvarande robotaxeln upptagande delen 5 är en sensor 6 anordnad. Målet 4 utgörs av ett fräst spår vilket har två i huvudsak vertikala väggar 4a och 4b. Spåret är utformat med två nivåskillnader i form av klackdelar (7) (fig 2).

Anordningen syftar enligt ovan till att kontrollera / mäta ett bestämt läge 4c hos målet 4 på den rörliga delen 3 av roboten 1 i förhållande till ett kalibreringsvärde för respektive robotaxel. Genom att köra ett i styrsystemet inmatat datorprogram för kalibrering kommer programmet att beordra den rörliga delen 3 att passera sensor 6 i den ena eller andra rotationsriktningen samtidigt som sensorn känner av målets läge genom att detektera läget för de två distinkt detekterbara förändringarna 4a och 4b, beräknar mittpunkten 4c mellan de två förändringarna och får fram ett medelvärde på en vinkel, offsetvinkel a (fig 4).

I figur 4 visas kalibreringsläget / 0-läget 0 och offsetvinkeln a. Dessutom visas en enligt ovan uppmätt vinkel da, som är större än offsetvinkeln a. Om det finns en differens mellan den uppmätta vinkeln da och offsetvinkeln a betyder det att något har hänt med robotens konfiguration. Avslutningsvis ingår därför att bedöma om differensen är acceptabel eller inte, vilket redan är beskrivet i redogörelsen för uppfinningen.

När roboten kalibreras alternativt synkroniseras sker kalibreringen av alla axlar en i taget. Alternativt kan man tänka sig att kalibrera alla samtidigt.

25

ALTERNATIVA UTFORMNINGAR

Anordningen enligt uppfinningen kan även utformas med målet anordnat på den robotaxeln upptagande delen och givaren anordnad på den rörliga delen i respektive robotaxel.

30

Vid bedömningen om differensen d är acceptabel eller inte kan bedömningen programmeras in i styrsystemet så att bedömningen sker automatiskt. Endera blir det klartecken att starta roboten eller också order att kalibrera om den.

1999-01-15

7

Huvudföreläsaren Kasser

I stället för att ha fasta sensorer vid varje robotaxel kan man istället anordna ett utrymme tex en öppning för att hänga in en lös sensor i.

Sensorn kan även vara en beröringsgivare eller en beröringsfri givare.

Målet kan även vara en upphöjning med åtminstone två i huvudsak vertikala sidor.

5

Målets distinkt detekterbara förändringar kan utgöras av ett flertal språngvisa struktureförändringar.

Den rörliga delen i respektive robotaxel kan under lägesmätningen förflyttas endast åt ett håll.

10 Mätningen i det här faller ger ändå i det närmaste likvärdigt resultat som vid förflyttning av den rörliga delen fram och tillbaka.

15

20

25

30

PATENTKRAV

1999 -01- 15

Huvudfaxen Kassan /

PATENTKRAV

- 1 Metod för synkronisering av en robot (1) som innefattar ett styrsystem (2), en första robotdel (3) och en vid den första robotdelen (3) rörligt fästad andra robotdel (5), varvid läget hos ett mål (4) anordnat på den första robotdelen (3) bestäms vid passage av en hos den andra robotdelen (5) anordnad sensor (6) och jämförs med ett kalibreringsläge i styrsystemet, k ä n n e t e c k n a d a v att målet (4) bringas att innefatta ett flertal distinkt detekterbara förändringar (4a) och (4b), att de distinkt detekterbara förändringarna avkänns av sensorn (6), att målets läge (4c) beräknas och att det beräknade värdet införs i styrsystemet.
- 2 Metod enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d a v att de distinkt detekterbara förändringarna utgörs av sprängvisa struktureförändringar.
- 3 Metod enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d a v att målets (4) läge avläses med en sensor (6) i form av en beröringsfri givare.
- 4 Metod enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d a v att målets (4) läge avläses med en sensor (6) i form av en beröringsgivare.
- 5 Metod enligt något av föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a d a v att målet (4) utformas som ett spår med huvudsakligen vertikala väggar (4a) och (4b).
- 6 Metod enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a d a v att målet (4) utformas som en upphöjning med huvudsakligen vertikala sidor (4a') och (4b').
- 7 Anordning för synkronisering av en robot (1) som innefattar ett styrsystem, en första robotdel (3) och en vid första robotdelen (3) rörligt fästad andra robotdel (5), vilken anordning innefattar ett mål (4) anordnat på den första robotdelen (3) och en sensor (6) anordnad på den andra robotdelen (5) k ä n n e t e c k n a d a v att målet (4) innefattar ett flertal av sensorn (6) distinkt detekterbara förändringar.
- 8 Anordning enligt patentkrav 7, k ä n n e t e c k n a d a v att de distinkt detekterbara förändringarna utgörs av momentana nivåskillnader i form av klackdelar (7).
- 9 Anordning enligt patentkrav 7, k ä n n e t e c k n a d a v att målet (4) är utformat som ett spår med två huvudsakligen vertikala väggar (4a) och (4b).

1999 -01- 15

9

Huvudfaxen Kassa

10 Anordning enligt patentkrav 7, k ä n n e t e c k n a d a v att målet (4) är utformat som en upphöjning med två huvudsakligen vertikala sidor (4a) och (4b)

11 Användning av en metod enligt något av patentkraven 1-6 eller anordning enligt något av kraven 7-10 vid synkronisering av en industrirobot.

Ink. t. Patent- och reg.verket

10

1999 -01- 15

Huvudfaxen Kassa /

5 SAMMANDRAG

Metod för synkronisering av en robot, där ett mål är anordnat på den rörliga delen av roboten vid respektive robotaxlar. Den rörliga delen roteras fram och tillbaka och samtidigt avläser en sensor minst två distinkt detekterbara förändringar hos målet. Mittläget för målet beräknas och förs in i styrsystemet.

(fig 2)

Ink. t. Patent- och reg.verket

1999 -01- 15

Huvudfoxen Kassar

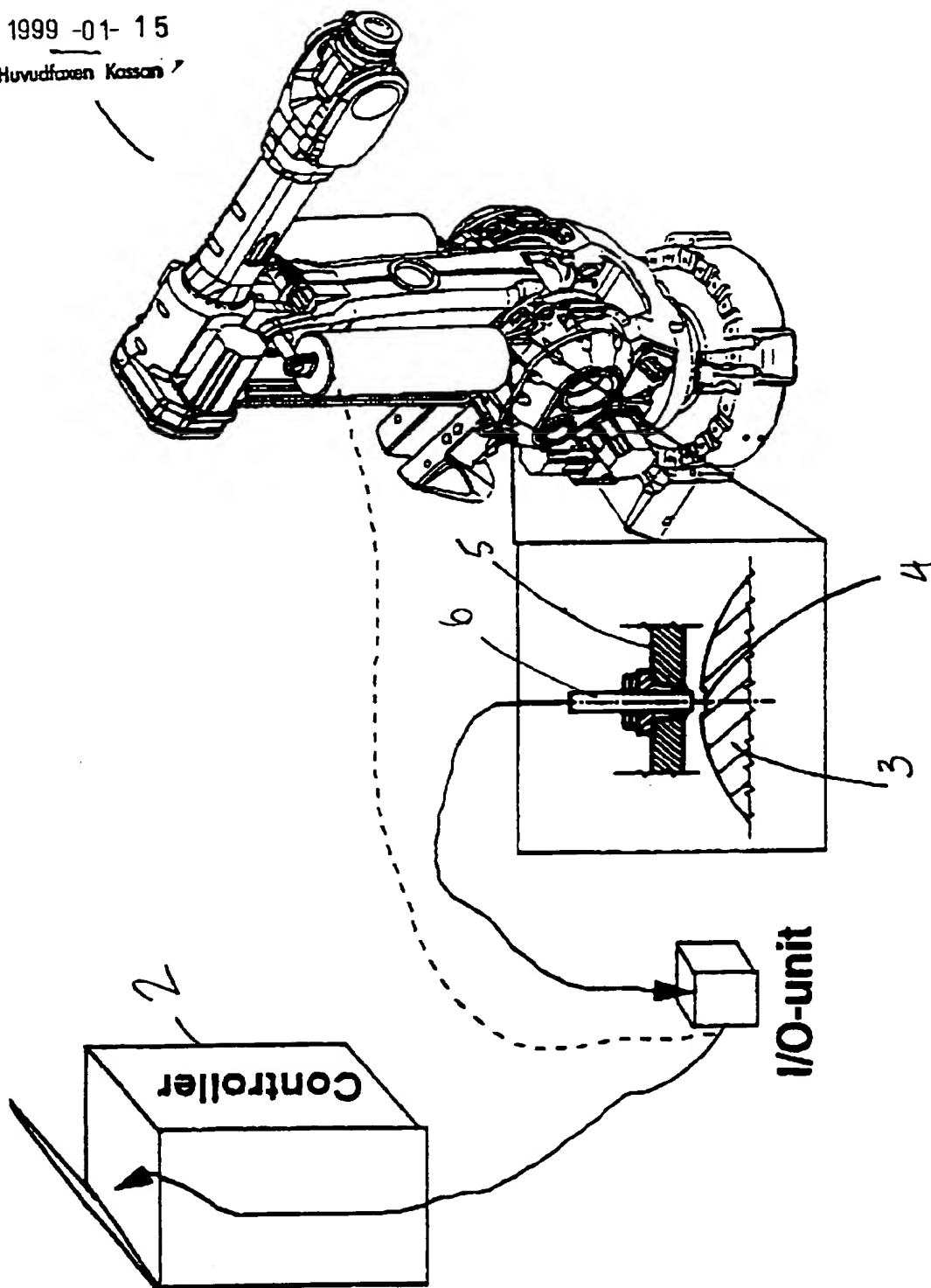


fig 1

Ink. t. Patent- och reg.verket

1999 -01- 15

Huvudfören Kassan

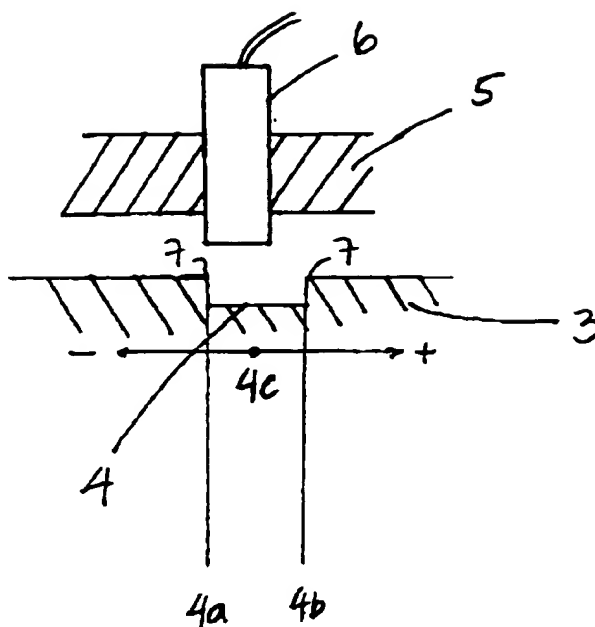


fig 2

Ink. t. Patent- och reg.verket

1999 -01- 15

Huvudfaxen Kasson

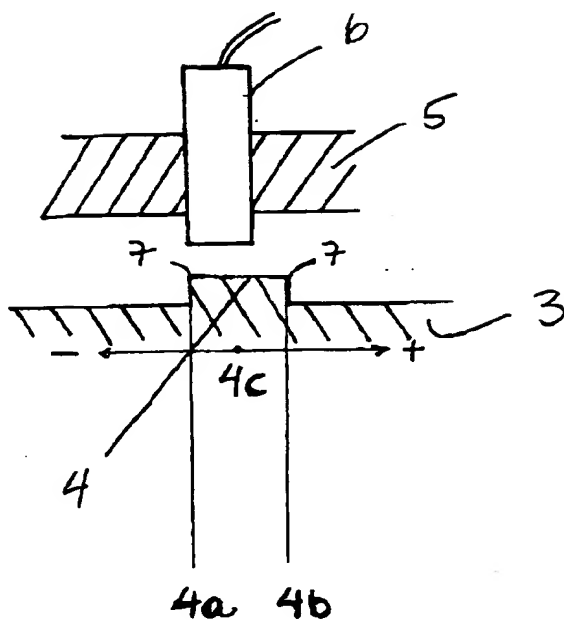


fig 3

Ink. t. Patent- och reg.verket

1999 -01- 15

Huvudtaxan Kassa

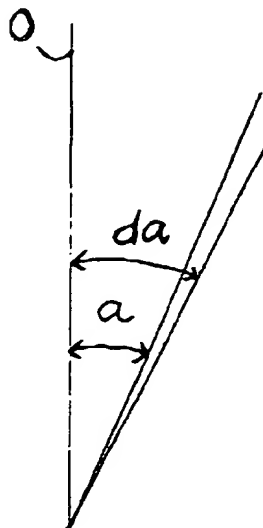


fig 4

This Page Blank (uspto)